

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik Marburg
Direktor: Professor Dr. med. H. Hamelmann

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR FESTIGKEIT
MENSCHLICHER BAUCHWANDAPONEUROSEN IM HINBLICK
AUF WUNDDEHISZENZEN NACH LAPAROTOMIEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

KARL-HUBERT HOFFSCHULTE
aus Meppen

Marburg 1974

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik Marburg
Direktor: Professor Dr. med. H. Hamelmann

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR FESTIGKEIT
MENSCHLICHER BAUCHWANDAPONEUROSEN IM HINBLICK
AUF WUNDDEHISZENZEN NACH LAPAROTOMIEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

KARL-HUBERT HOFFSCHULTE

aus Meppen

Marburg 1974

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 22.2.1974
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

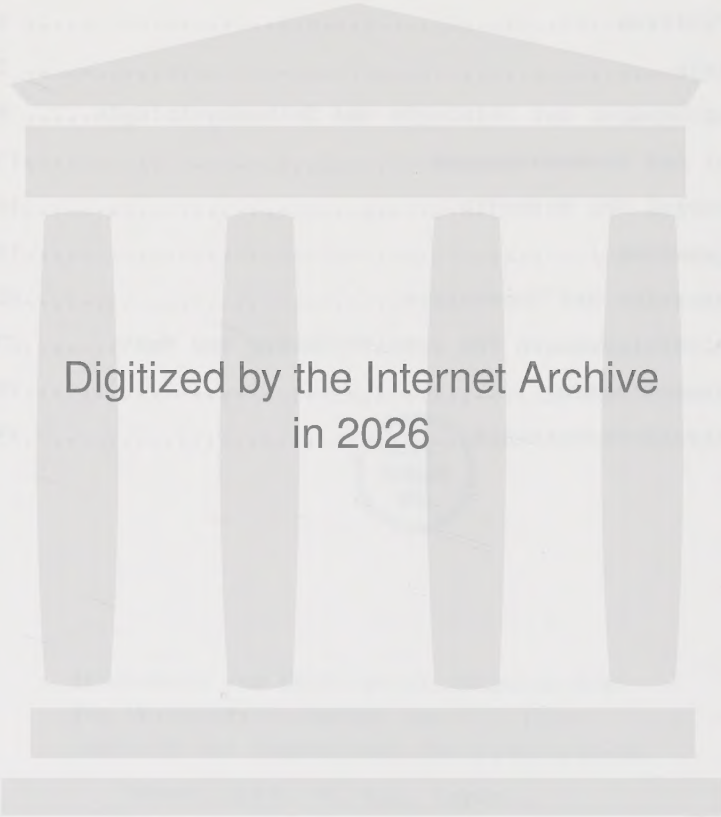
Dekan: Prof. Dr. med. Gepen

Referent: Prof. Dr. med. Seidel

Correferent: Prof. Dr. med. Hamelmann

Inhaltsverzeichnis

Definition.....	1
Klinik.....	2
Überlegungen zur Ätiologie und Pathophysiologie.....	5
Ziel der Untersuchungen.....	13
Material und Methodik.....	14
Ergebnisse.....	18
Diskussion der Ergebnisse.....	22
Schlußfolgerungen für Schnittführung und Naht.....	27
Zusammenfassung.....	28
Literaturverzeichnis.....	29



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Definition

Unter Wunddehiszenz noch Laparotomien versteht man das langsame oder plötzliche Aufgehen der Bauchwunde, also das Auseinanderweichen des genähten Peritoneums, der Faszien und der übrigen Bauchdeckenschichten (BLOCK). Dabei kann es zum Vorfall der Baueingeweide kommen, wodurch das Ereignis erheblich kompliziert wird (Der Vorfall der Baueingeweide mit geschlossenem Peritoneum wird als Narbenhernie bezeichnet).

Synonyma sind "Wundruptur", "Nahtwich" und "Platzbauch". BÖTTGER und VORSTER möchten unter dem Begriff "Platzbauch" die Dehiszenzen ohne primäre Infektion oder entzündliche Reaktion der Wundränder verstanden wissen. Nach KYRLE bezeichnen manche jede Art der Dehiszenz als Platzbauch, manche aber nur die Dehiszenz aller Schichten mit Netz- und Darmvorfall. Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll dieser Begriff hier vermieden werden. Die Dehiszenz wird klinisch nicht immer sofort erkannt, da sie unter Umständen beim Schwerkranken wenige und wenig charakteristische (für den Unerfahrenen) Symptome macht. Nicht zuletzt auch wegen der großen Gefahr für das Leben des Patienten gehört sie zu den schwersten Folgeerscheinungen nach Laparotomien.

Klinik

a) Häufigkeit und Prognose

Im deutschen Schrifttum wurde das Problem zum erstenmal im Jahre 1905 aufgegriffen; MADELUNG brachte eine Sammelstatistik über 157 Fälle. Eine 1932 aufgrund einer weltweiten Umfrage von SOKOLOV veröffentlichte Statistik behandelt 723 Fälle, bei denen eine durchschnittliche Letalität von 34 % berechnet wurde. Nachdem JENKINS 1937 über 1294 Fälle, davon 35 % mit tödlichem Ausgang, berichtet hatte, faßte HOFSTÄTTER im Jahre 1952 die bis dahin bekannten Zahlen in einer Übersicht zusammen. Danach lag die Häufigkeit der Dehiszenzen im Verhältnis zu den Laparotomien zwischen 0 und 3 %, die Mortalitätsziffern schwankten zwischen 6,6 und 73 %. Wie schon SOKOLOV nahm auch HOFSTÄTTER an, "daß die Zahl der postoperativen Rupturen von Bauchwunden mit Vorfällen oder mit Freilegung der Eingeweide eine weit größere ist, als allgemein angenommen wird, und bei den größeren, verantwortungsvolleren Laparotomien in 2 - 3 % der Fälle angetroffen werden kann". BLOCK, der 1959 in seiner umfassenden Schrift das Thema wieder aufgriff, fand im Weltchriftum die Wunddehiszenzen sogar in der Breite von 0,03 - 9,0 % aller Laparotomien angegeben. Er bezweifelte aber, daß sich gültige Zahlen aus der Literatur errechnen lassen, da viele Angaben fehlerhaft seien oder die Gesamtzahl der Laparotomien nicht genügend berücksichtigen. Einige sind sich alle Autoren über die Dramatik und Gefährlichkeit des Geschehens.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über Angaben aus der neueren Literatur. Die Häufigkeit wird oft um oder knapp unter 1 % angegeben, während der Mittelwert der Mortalitätsziffern etwa bei 35 % zu finden ist.

Tabelle 1

Autor	Jahr	Lap.	Deh.	%	Let. %
KUHLGATZ	1951-1953	2156	19	0,88	
GERHART/SCIOR	1947-1956	12486	107	0,85	47,6
BLOCK	1945-1957	7159	41	0,57	36
KOTHE	1946-1957	9762	21	0,22	38,1
MANN etc.	1953-1958	3988 ⁺	109	2,73	23
LEWIS/SPEIR	1956-1960	6450	83	1,3	21,0
PARHOFER/KARNBAUM	1949-1961	11382	103	0,9	37,9
SCHUMANN/NITZSCHE	1950-1962	8968	71	0,79	42,3
WILSON/KELLEY	1952-1962	10742	131	0,82	16,8
EFRON	1960-1964	5634	128	2,2	24
THIES	1950-1965	9596	96	1,0	
BÖTTGER/VORSTER	1947-1966	6160	70	1,14	34,3
BURKHARDT	1951-1966	11081	109	0,98	36
CASSAU/SIEWERT	1951-1966	15209	141	0,92	45
ECKHARDT etc.	1968	1000 ⁺	29	2,9	
KYRLE	1953-1969		34		35,5

⁺ ohne Appendektomien

Tab. 1 : Häufigkeit der Dehiszenzen und Letalität, Angaben einiger Autoren aus der Zeit von 1953 bis 1969.

b) Geschlechtsverteilung

Bei den Autoren, die die Anzahl der Dehiszenzen auch hinsichtlich der Verteilung auf die verschiedenen Geschlechter untersucht haben, überwiegen durchweg die Männer. Sie werden nach den jeweiligen Angaben im Verhältnis 2:1 bis 8:1 häufiger als Frauen betroffen. Diese Extremwerte (vereinfacht) stammen von SOKOLOV bzw. MAYO.

c) Altersverteilung

Einen Häufigkeitsgipfel im 7. Lebensjahrzehnt weisen die meisten der aufgestellten Statistiken auf, wobei sich in den Altersklassen davor die Zahl der Fälle stufenförmig erhöht. Da die Anzahl der Laparotomien jenseits des 7. Dezenniums abfällt (folglich auch die der Dehiszenzen), läßt sich eine zunehmende Disposition mit fortschreitendem Alter vermuten,

da die Neubildung von Bindegewebe, besonders von kollagenen Fasern, die für die Rückgewinnung der Gewebefestigkeit entscheidend sind, sich im Alter verzögert (BENEKE). Auffällig ist weiterhin die große Häufigkeit der Dehissenzen im ersten Lebensjahr (BURKHARDT 20 %, BÖTTGER und VORSTER 10 % aller Rupturen, GERHART 4,76 % aller Laparotomien). GERHART macht dafür die mechanische Überbeanspruchung der Wunde durch Schreien und Pressen, dem Kleinkind adäquate Schmerzäußerungen, verantwortlich, sowie reflektorische peritoneale Spannungen und die relative Schwäche der kindlichen Bauchwand. Diese betrifft wohl besonders das Faszien-gewebe und kann zu einer Unterschätzung der notwendigen Nahtfestigkeit durch den Chirurgen führen.

d) Zeitliches Auftreten

Dehissenzen werden häufig am Ende der ersten bzw. Anfang der zweiten postoperativen Woche angetroffen (SEIDEL). Zu diesem Zeitpunkt hat gerade die zweite Phase der Wundheilung eingesetzt und die Reißfestigkeit der Wunde noch nicht besonders zugenommen (BENEKE, SPELSBERG etc.). SEIDEL und TAUBER zeigten anhand von Tierversuchen (Kaninchen), daß in der ersten postoperativen Woche die Bauchdecken allein durch die chirurgische Naht zusammengehalten werden. Entsprechende Untersuchungen von ADAMSONS und ENQUIST sowie von NELSON und DENNIS ergaben nach einer Woche eine Festigkeit von ungefähr 30 % der des unverletzten Gewebes, während diese bei Versuchen von DOUGLAS nur 10 % und erst nach zwei Wochen den Wert von 20 % erreicht. Also ist der Stabilität der Nähte eine entscheidende Bedeutung für das Auftreten einer Dehissenz beizumessen. Von den Nähten wiederum sind die Faszien-nähte die wichtigsten, weil sie allein wesentliche Belastbarkeit und Zugfestigkeit aufweisen. Nach DOUGLAS wird die Festigkeit der Bauchdecke zu dreiviertel von den Faszien getragen, sodaß nach deren Durchtrennung die wesentlichste Belastung auf die Faszien-nähte übertragen wird.

Überlegungen zur Ätiologie und Pathophysiologie

"Dem Nahtmaterial und einer nicht exakten Nahttechnik scheint eine entscheidende Bedeutung zuzukommen" (PARHOFER und KARNBAUM). Derart selbstkritische Erklärungsversuche sind in der Literatur selten und stoßen bei vielen Autoren auf wenig Zustimmung. Die sich zur Begründung anbietenden chirurgisch-technischen Fehlermöglichkeiten mögen einerseits der Grund eines nur spärlich veröffentlichten Zahlenmaterials sein, andererseits aber auch die Mannigfaltigkeit der Theorien motivieren, die im Laufe der Zeit aufgetaucht sind, ohne daß für eine von ihnen überzeugende Beweise geboten werden konnten (CASSAU und SIEWERT, PARHOFER und KARNBAUM). Es soll an dieser Stelle versucht werden, die Entstehung einer Dehiscenz so weit wie möglich zu verfolgen. Zu einer Dehiscenz kann es nur über eine Insuffizienz der Nähte kommen. Die Ursache dafür ist in einem Mißverhältnis zwischen der Wandfestigkeit im Bereiche des Wundverschlusses einerseits und den an demselben angreifenden Kräften andererseits zu suchen (SEIDEL). Es können also entweder die genannten Kräfte zu groß oder die Festigkeit des Wundverschlusses zu gering sein. Sicherlich tritt meistens beides kombiniert auf.

a) Angreifende Kräfte

1.) Der intraabdominale Druck

Vergleicht man den Bauchinhalt wegen der Gleitfähigkeit des Serosaüberzuges mit einer Flüssigkeit (V. LANZ), so läßt sich daraus ableiten, daß der intraabdominale Druck gleichmäßig auf die ganze Wunde einwirkt. Dieser Druck beträgt in Ruhelage 8 cm H₂O und kann sich beim Husten und Brechen bis auf das Zehnfache, also etwa 80 cm H₂O steigern (DREYE). Geht man weiterhin davon aus, daß man die Form der Bauchhöhle vereinfacht mit einem Zylinder vergleichen könnte (dessen Radius r und dessen Höhe h genannt seien), so läßt sich die daraus resultierende Wandspannung der Wunde annähernd berechnen.

Für die senkrecht zur Schnittfläche an 1 cm des Schnittes angreifende Kraft, die die beiden Wandränder auseinanderzieht, ergibt sich

$$F/\text{cm} = \frac{\text{angreifende Kraft}}{\text{Umfang}}$$

wobei F (Kraft) pro 1cm sich nach obiger Gleichung aus den Dimensionen der Bauchhöhle und dem intraabdominalen Druck (p) berechnen läßt.

Für eine Schnitt parallel zur linea alba gilt

$$F/\text{cm} = \frac{2 \cdot 2rh \cdot p}{4r + 2h} = \frac{2 r h p}{2r + h}$$

Für einen Schnitt quer zur linea alba gilt

$$F/\text{cm} = \frac{2 p r^2 \pi}{2 r \pi} = p r$$

Stellt man sich die Bauchhöhle vereinfacht als Kugel vor, so gilt für jeden Schnitt

$$F/\text{cm} = \frac{2 p r^2 \pi}{2 r \pi} = p r$$

Nimmt man nun den maximalen Druck von 80 cm H₂O (80 p/cm²) an, so läßt sich diese Kraft ungefähr berechnen, wenn man die Dimensionen der Bauchhöhle schätzt.

Annahme: Der Radius des Zylinders (r) betrage 15 cm, die Höhe (h) 40 cm, der Radius der Kugel (r) 15 cm.

Dann ist bei der zylinderförmigen Bauchhöhle

$$F/\text{cm} = \frac{2 r h p}{2r + h} = 1,37 \text{ kp je 1 cm}$$

für einen Schnitt parallel zur linea alba,

$$F/\text{cm} = p r = 1,2 \text{ kp je 1 cm}$$

für einen Schnitt quer zur linea alba.

Ebenso ist bei einer kugelförmigen Bauchhöhle

$$F/\text{cm} = p r = 1,2 \text{ kp je 1 cm}$$

für jeden Schnitt.

Es zeigt sich also, daß die durch maximalen intraabdominalen Druck hervorgerufene Kraft, die jeden cm eines chirurgischen Bauchschnittes auseinanderzieht, etwa in der Größenordnung von 1 bis 1,5 kp liegen dürfte. Nach den Berechnungen ist sie direkt proportional zum Radius r der Bauchhöhle, also linear abhängig. Dabei ist es nur von untergeordneter Bedeutung, ob man sich die Bauchhöhle als Kugel oder Zylinder vorstellt, da die Differenz, die bei der Berechnung der Kraft auftritt, größenordnungsmäßig vernachlässigt werden kann. Diese überschlagsmäßigen Berechnungen können wegen der mehrfach empirisch angenommenen Werte ohnehin nur als grobe Schätzungen betrachtet werden.

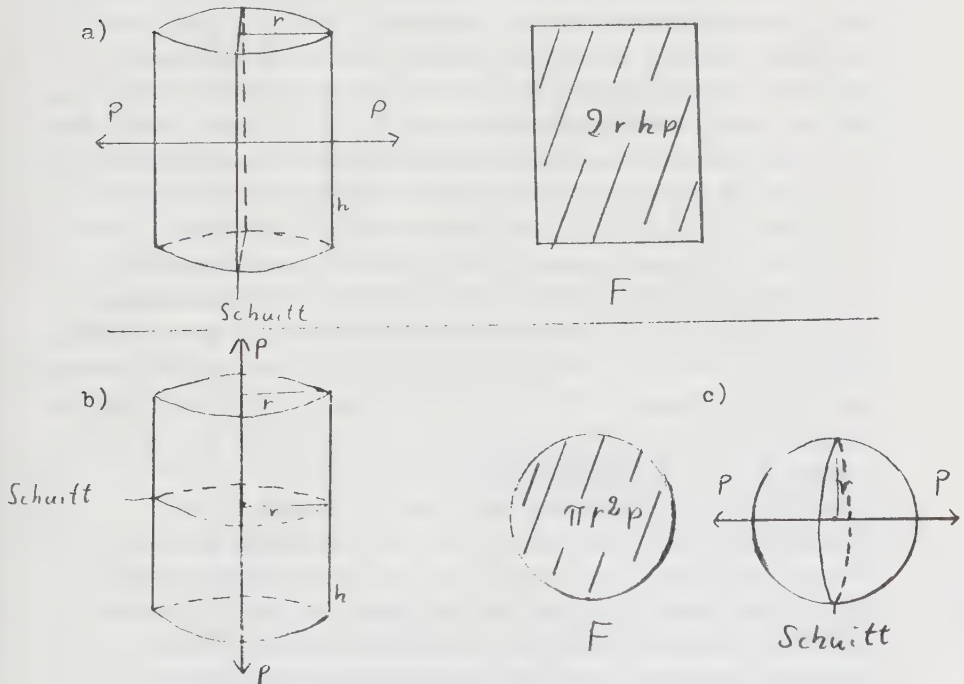


Abbildung 1 : Beziehungen zwischen der Form der Bauchhöhle, dem intraabdominalen Druck, der Schnitttrichtung und der am Schnitt angreifenden Kraft
a) Zylinder, Längsschnitt b) Zylinder, Querschnitt c) Kugel, Schnitt beliebig

2.) Die Muskelkraft

Daß die Längsschnitte, insbesondere die Mittelschnitte, in den Statistiken über Wundrupturen an erster Stelle genannt werden, hat drei Erklärungen. Erstens die Bevorzugung dieser Schnitte durch den Chirurgen (es gibt kaum Statistiken über die relative Häufigkeit der Rupturen bei den verschiedenen Schnitten, sondern nur absolute Zahlen, wie bei SOKOLOV und anderen). Zweitens wird auch eine besondere Gefäßarmut der Mittellinie angeführt (CASSAU und SIEWERT). Die dritte Begründung basiert wohl auf dem wichtigsten Gesichtspunkt:

Die linea alba ist der Ansatzpunkt aller drei platten Bauchmuskeln, die dort mittels der Faszienblätter, welche eigentlich den Charakter von Aponeurosen haben, angreifen. Da die Fasersysteme an der linea alba einen queren oder schrägen Verlauf aufweisen (V.LANZ), ist der mediane Längsschnitt physiologisch ein Gewebsquerschnitt (ZAWADSKY). Dessen Naht muß, im Spannungszentrum der vorderen Bauchwand gelegen, den auseinanderziehenden Muskelkräften standhalten. Röntgenkontrollen von FORSSALL an markierten Fasziennähten haben ein postop. Auseinanderweichen im Bereich der Naht bis zu einer Distanz von 15 mm nachweisen können, was dieser auf die Wirkung der lateralen Bauchmuskulatur zurückgeführt hat. Auch mit Narbenbrüchen ist der Median-schnitt viermal so häufig belastet wie alle übrigen Bauch-schnitte zusammen (FUCHSIG). Die folgende Überlegung soll dazu beitragen, eine ungefähre Vorstellung von dem Ausmaß dieser Kräfte zu vermitteln.

Angenommen sei eine mittlere Dicke der drei queren Bauchmuskeln von zusammen 1 cm. Die erreichbare Muskelkraft pro 1 cm^2 Muskelquerschnitt beträgt nach STEGEMANN etwa 6 kp, nach ATZLER sogar 10 kp. Nimmt man den Mittelwert, so könnten bei maximaler Anspannung ungefähr 8 kp an jedem cm des Schnittes angreifen. Berücksichtigt man die nicht immer senkrecht zur Wunde ansetzende Zugrichtung und die Allgemeinschwächung des Patienten, so liegt eine Kraft von etwa 5 kp pro cm des Schnittes durchaus im Bereich des Möglichen, bei muskulösen Patienten sicher auch mehr.

Setzt man nun die maximale Muskelkraft in Relation zum oben geschätzten maximalen intraabdominalen Druck, so beträgt sie etwa das drei- bis vierfache und läßt diese als Ursache einer Ruptur deutlich in den Hintergrund treten. Zudem wird die intraabdominale Druckerhöhung ja erst sekundär durch Anspannung der Bauchmuskeln hervorgerufen, während jene schon primär an der Laparotomiewunde ziehen. Sicherlich ist auch wegen der Verankerung der Muskeln an den unteren Rippen und am vorderen Beckenkamm eine Tonuserhöhung noch möglich, ohne daß sich der Innendruck der Bauchhöhle wesentlich verstärken muß.

Natürlich können die o.a. Berechnungen bzw. Schätzungen nur Größenordnungen und deren Vergleich bieten, aber es dürfte schwierig sein, diese Kräfte auf anderem Wege genauer zu bestimmen, da Versuche in vivo kaum möglich sind. Daß die meisten Dehissenzen vom Patienten etwa so geschildert werden: "...ich mußte stark husten, da gab es einen Riß..." (HOHMANN und HERNÁNDEZ-RICHTER), kann das Auftreten so großer Muskelkräfte an der Wunde nur bestätigen. Schon HOFSTÄTTER hatte für manchen seiner ausführlich geschilderten Fälle nur die Erklärung einer Überbelastung durch starkes Husten und Erbrechen. 3.) Manche Autoren besprechen noch einen auf die Wunde wirkenden Ödem- bzw. Entzündungsdruck (z.B. PRICE), der mechanisch nur eine untergeordnete Rolle spielen dürfte.

b) Mangelnde Festigkeit des Wundverschlusses.

Hierbei sind die Fasziennähte als Hauptträger der Festigkeit entscheidend. Für deren Insuffizienz kann man drei Ursachen heranziehen:

1.) Das Gewebe reißt. Das ist bei nekrotischem und schwachem (evtl. bei Kleinkindern) Material denkbar. Ob eine solche Möglichkeit auch bei gesundem Gewebe ernstzunehmen ist, soll diese Arbeit durch Reißfestigkeitsuntersuchungen klären.

2.) Das Reißen oder Aufgehen von Fäden. Wenn die Faszie mit Einzelknopfnähten versorgt wird (FISCHER), wird bei guter Knotentechnik der Faden weder reißen noch aufgehen. Anders aber liegen die Verhältnisse am hinteren Blatt der Rectus-scheide, falls es zusammen mit dem Peritoneum mit Catgut genäht wird. Da in der postop. Zeit bis zum Erscheinen

einer Dehissenz diese Naht durch Resorption schon erheblich geschwächt sein kann, soll in dieser Arbeit untersucht werden, welche Funktion dem hinteren Blatt für die Wundfestigkeit zukommt.

3.) Das Durchschneiden oder Ausreißen von Fäden.

Beobachtungen von HOFSTÄTTER und anderen haben gezeigt, daß beim Auftreten von Dehissenzen die Fäden meistens die Faszie durchschnitten hatten. Ob dafür technische Fehler bei der Naht verantwortlich gemacht werden können, (z.B. das Fassen von zuwenig Gewebe) soll auch untersucht werden.

Ein anderer Grund liegt in einer mangelnden Widerstandsfähigkeit der Faszie selbst. Die Diskussion einer konstitutionellen Fazienschwäche oder ungleichmäßigen Beschaffenheit wird wiederum den experimentellen Betrachtungen vorbehalten bleiben. Nahttechnisch ist das zu enge Setzen der Fäden zu nennen, das durch Gewebeschädigung zum Ausreißen des Faszierandes führen kann (Briefmarkenphänomen, SELL), und das Verletzen der Faszie durch übergroße Nadeln (BLOCK).

Naheliegend ist weiter die Beeinträchtigung der Festigkeit durch eine gestörte Wundheilung, im ungünstigsten Fall kann die Faszie nekrotisch werden. Welche Faktoren dafür als Ursachen genannt werden, ist in der Tabelle C zusammengestellt.

Auch andere technische Fehler können die Wundheilung beeinträchtigen: Durch zu straffes Knoten und Quetschung des Gewebes (WOLFF, HOFSTÄTTER, TAUBER etc., SANDMUN) tritt wegen der Unterbindung der ernährenden Gefäße Ischämie ein, die sich durch Wundödem mit steigendem Gewebedruck noch verstärken kann und die Gewebefestigkeit zu mindern imstande ist.

Außerdem birgt eine ungenügende Adaptation der Wundränder Nachteile in sich (BLOCK). Die Abbildung 2 stellt alle Faktoren zusammen.

Tabelle 2

- | | |
|--|--|
| 1.) Grundkrankheiten: | Karzinom, Ileus, Peritonitis,
Diabetes, Leberschaden |
| 2.) Altersabhängige Fakt.: | Verminderte absolute
Faszienfestigkeit, herabgesetzte
bindegewebliche
Regenerationsfähigkeit |
| 3.) Kreislaufstörungen: | Schock, Anämie, lok. Ischämie, Ödem,
Dehydratation, Anoxie |
| 4.) Stoffwechsel- und
Regenerationsstörungen: | Gewebseiweißverarmung, Hypoproteinämie,
Störungen des Gerinnungssystems,
gestörte Kollagensynthese, Dysionie,
Hypovitaminosen, Freisetzung fibrino-
und proteolytischer Substanzen |
| 5.) Lokale Komplikationen: | Serom, Hämatom, Fremdkörper,
Thrombose, Infektion |
| 6.) Medikamente: | Antikoagulantien, Cortison, ACTH,
Phenothiazine, Antibiotika,
gewisse Markotika etc. |

Tab.2: Ursachen für eine gestörte Wundheilung und somit
be günstigende Faktoren für eine Dehiscenz
(nach Literatur)

Abbildung 2: Ätiologie der Nahtdehissenz

Mechanische Ursachen

Biochemische Ursachen

Technische Ursachen

Faktoren Tabelle 2

Technische Fehler
bei der Naht

Konstitutionelle
Faszienschwäche?
ungleichmäßige
Beschaffenheit?

Gestörte Wundheilung
mit Festigkeitsverlust
der Faszie bzw. Nekrose

Technische Fehler
bei der Naht

Gesundes Gewebe
reißt?

Mangelnde Widerstands-
fähigkeit der Faszie

Technische Fehler
bei der Naht?

Faszien reißen

Fäden durchschneiden
die Faszie

Fäden aufgegangen
oder gerissen

Zu große angreifende
Kräfte

Mangelnde Festigkeit
des Wundverschlusses

Insuffizienz der
Nähte

DEHISSENZ

Ziel der Untersuchungen

Da im folgenden die Bezeichnungen "längs" und "quer" als feststehende Begriffe gebraucht werden, sollen diese hier definiert werden:

längs = parallel zur linea alba der Rectusscheide,

quer = senkrecht zur linea alba.

Dies gilt für Schnitte und Reißrichtungen.

(Ein Schnitt durch eine Strecke der linea alba wäre also ein Längsschnitt, das Auseinanderziehen der beiden Wundränder entspräche somit einer queren Reißrichtung)

Versuch I : Bestimmung der statischen Reißfestigkeit der Faszie

a) des vorderen Blattes

b) des hinteren Blattes

c) der linea alba

in den Reißrichtungen längs und quer

Versuch II : Bestimmung der statischen Schneidefestigkeit der Faszie gegenüber Nahtmaterial

a) des vorderen Blattes (Schnitt quer, Reißrichtung längs und Schnitt längs, Rr. quer)

b) der linea alba (Schnitt längs, Rr. quer)

Versuch III : Bestimmung der Schneidefestigkeit der Faszie bei unterschiedlichen Nahtverfahren

(hinteres Blatt, Schnitt längs, Reißr. quer)

Material und Methodik

Das Versuchsmaterial wurde aus einem normalen, unauffälligen Sektionsgut des Pathologischen Institutes Marburg in der Zeit vom März 1971 bis Dezember 1972 gewonnen. Von 50 Verstorbenen wurden ohne besondere Berücksichtigung der jeweiligen Todesursache beide Blätter der Rectusscheide herauspräpariert, etwa vom processus xiphoideus sterni bis zur linea arcuata in der einen, bis an die lateralen Ränder der Mm. recti in der anderen Ausdehnung. Die beiden Mm. recti wurden zwischen den beiden Blättern, die an der linea alba fast stets 1-3 cm breite, untrennbare Verwachsungen zeigten, sorgfältig heraus- und das Fettgewebe abpräpariert (Abb. 3).

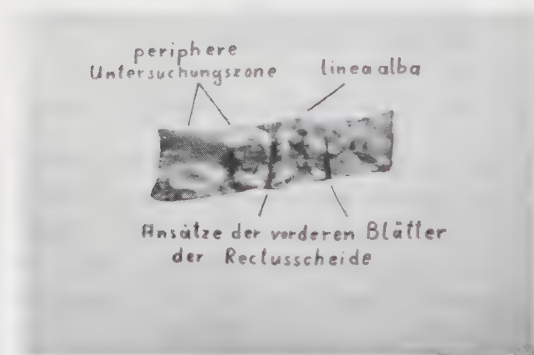


Abbildung 3 : Faszienstück mit linea alba
und Verwachsungszone

Das so gewonnene Faszienmaterial diente folgenden Untersuchungen, die als Versuch I, II und III im einzelnen beschrieben werden:

Versuch I: Etwa 7 cm lange, in der Mitte genau 1 cm breite Faszienstreifen, die aus dem vorderen oder hinteren Blatt der Rectusscheide, an der linea alba aus beiden Blättern, längs bzw. quer ausgeschnitten waren, wurden an den beiden Enden fest in Schraubklemmen eingespannt. Nachdem die obere Klemme fixiert war, wurde an der unteren ein kontinuierlich zunehmendes Gewicht angebracht (Wasserbehälter), dessen Größe (Eigengewicht 250g) durch langsamen, stets gleichmäßigen und gleichstarken Wasserzufluß (1000 ml pro min.) gesteigert werden konnte. Beim Reißen der Faszie, während das Gewicht nach kurzer Fallstrecke den Boden erreichte, wurde der Wassereinlauf sofort gestoppt. Aus der durch Wägung des Gewichtes ermittelten Masse ließ sich die Kraft, die zum Zerreißen der Faszie geführt hatte, berechnen. Siehe Abb. 4!



Abbildung 4: Versuch I, eingespannter Faszienstreifen

Versuch II: In eine fixierte Klemme wurden größere, im Mittel etwa 8 cm breite Faszienstücke eingespannt. Der freie Rand entsprach einmal einem ungefähr 5 cm lateral der linea alba gelegenen Längsschnitt, einmal einem zwischen zwei Inscriptiones des Musculus rectus gelegenen Querschnitt des vorderen Blattes der Rectus-scheide. Bei Versuch b) war der freie Rand ein genau durch die Mitte der linea alba geführter Längsschnitt. Im Abstand von 0,5 , 1 und 2 cm von diesem Schnitttrand wurden Fäden gesetzt (MERSILENE 1), an deren zusammengeknüpften Enden ein Gewicht wie bei Versuch I angebracht wurde. Die so in der Faszie verankerte Schlaufe soll die chirurgische Knopfnah nachahmen (Abb. 5,6). Verfahren wurde wie in Versuch I. Die Kraft, bei der die Schlaufen die Faszie völlig durchschnitten hatten, wurde ermittelt.



Abbildung 5: Versuchsanordnung bei Versuch II



Abbildung 6: Belasteter Faden durchschneidet die Faszie

Versuch III: An einem parallel zur linea alba geführten Schnitt durch das hintere Faszienblatt wurden wie in Versuch II beschriebene Schlaufen gesetzt (a). Zusätzlich wurde eine Versuchsreihe durchgeführt, bei der die Schlaufen mit der Faszie festgeknotet wurden (b), und eine Versuchsreihe, bei der zweimal eingestochen und ein Stück Faszie gegengenäht wurde (c); siehe auch Abb. 7! Dabei waren die Abstände der Einstichstellen zueinander gleich den Abständen zum Schnitttrand, also 0,5/0,5/0,5 cm, 1/1/1 cm oder 2/2/2 cm; beim Anziehen dieser Naht wurde eine Quetschung der Faszie erreicht. Verfahren wurde wie in Versuch II. Die Kraft, welche zum Ausreißen dieser Nähte nötig war, wurde berechnet.



Abbildung 7: Versuchsanordnung zu Versuch III, beschriebene unterschiedliche Nähte

Ergebnisse

Jeder Wert ist der Mittelwert von Einzelwerten, deren Zahl (n) angegeben ist. Jeder Einzelwert wiederum ist der Mittelwert zweier Messungen. Die Standardabweichung (s) sowie der höchste (Max.) und der tiefste (Min.) Wert sind ebenfalls angegeben.

Versuch I:

Reiß- richtung:	a) Vorderes Blatt		b) Hinteres Blatt		c) linea alba	
	quer	längs	quer	längs	quer	längs
Mittelwert /kp	7,5	2,0	6,8	1,5	8,4	3,3
n	38	38	36	36	29	29
s	3,1	1,0	3,0	0,6	2,8	1,5
Max.	17,0	4,6	16,5	3,2	16,5	6,4
Min.	1,8 ⁺	0,6	2,2	0,4	3,0	1,1

⁺ Der Wert stammt von einem 41 jährigen muskulösen Metallarbeiter, der an den Folgen eines Unfalles verstarb.

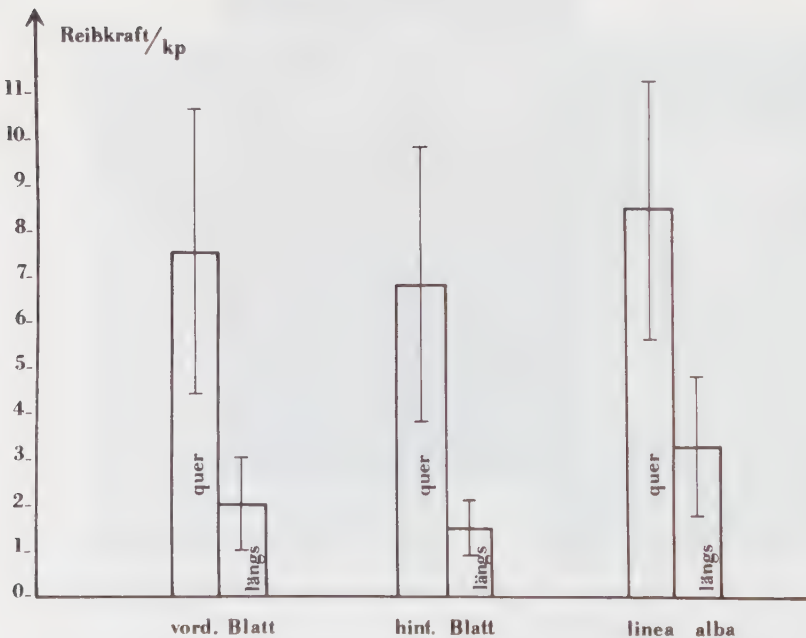


Abbildung 8: Reißversuch mit 1 cm breiten Faszienstreifen

Versuch II:

a) Vorderes Blatt quer gerissen, Längsschnitt

Abstand der Einstich-

stelle vom Schnitttrand	0,5cm	1,0cm	2,0cm
Mittelwert/kp	2,0	3,0	4,7
n	25	25	25
Max.	3,3	5,0	6,1
Min.	0,7	1,6	3,0
s	0,6	0,8	0,7

Vorderes Blatt längs gerissen, Querschnitt

Abstand der Einstich-

stelle vom Schnitttrand	0,5cm	1,0cm	2,0cm
Mittelwert/kp	3,1	4,5	6,2
n	25	25	25
Max.	4,3	6,2	7,9
Min.	1,6	2,5	3,8
s	0,9	0,9	1,0

Der Unterschied zwischen den quer und längs gemessenen Werten ist statistisch signifikant ($\chi^2 < 0,1\%$).

b) linea alba quer gerissen, Längsschnitt

Abstand der Einstich-

stelle vom Schnitttrand	0,5cm	1,0cm	2,0cm
Mittelwert/kp	5,7	7,4	8,5
n	10	10	10
Max.	9,5	11,5	13,0
Min.	4,4	5,0	5,9
s	1,6	1,9	2,1

Befundung: Bei Versuch II zeigte sich ein kontinuierliches Durchschneiden der Faszie durch die Naht (Abb.6)

Versuch III:

a) Schlaufe

Abstand der Einstich-

stelle vom Schnitttrand	0,5cm	1,0cm	2,0cm
Mittelwert/kp	1,4	2,1	3,1
n	25	25	25
Max.	3,2	3,4	4,9
Min.	0,5	1,1	1,8
s	0,7	0,5	0,9

b) Knoten

Abstand der Einstich-
stelle vom Schnitttrand

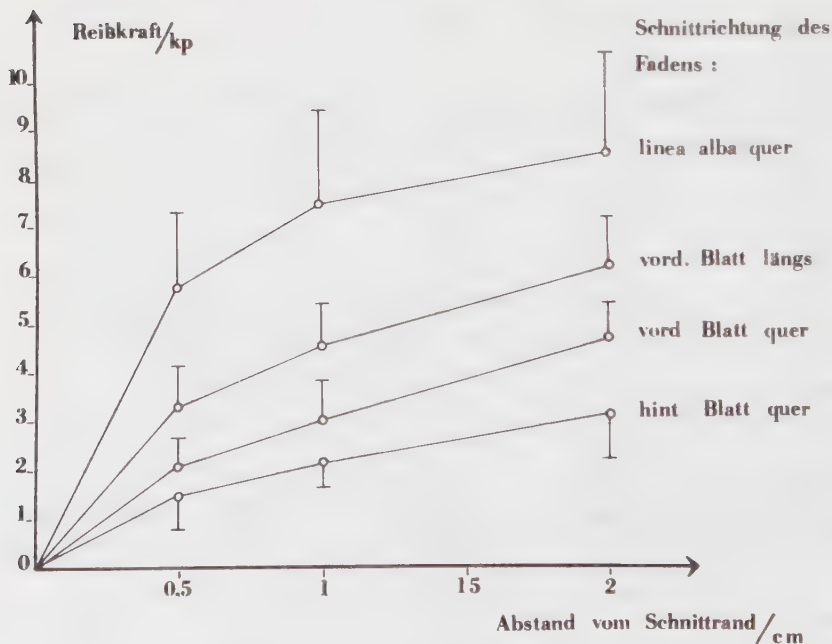
	0,5cm	1,0cm	2,0cm
Mittelwert/kp	1,6	2,4	3,6
n	25	25	25
Max.	2,9	3,4	5,9
Min	0,6	1,5	2,5
s	0,5	0,6	1,1

Der Unterschied zwischen den Werten bei der Schlaufe und dem Knoten ist statistisch nicht signifikant.

c) Quetschnaht wie oben beschrieben

Abstand der Einstich-
stellen vom Schnitttrand

	0,5cm	1,0cm	2,0cm
Mittelwert/kp	2,9	4,0	5,7
n	25	25	25
Max.	5,7	8,1	8,7
Min.	1,2	2,5	3,3
s	1,1	1,4	1,4



Schlaufennähten an verschiedenen Untersuchungsstellen

Erläuterung: Auch bei Versuch III riß nicht das Gewebe oder der Faden, sondern die Faszie wurde von der Naht wie im Versuch II durchschnitten. Die Werte bei der Quetschnaht (zwei Einstiche) liegen etwa doppelt so hoch wie bei der einfachen Schlaufen-naht, entsprechen also zwei Schlaufen.

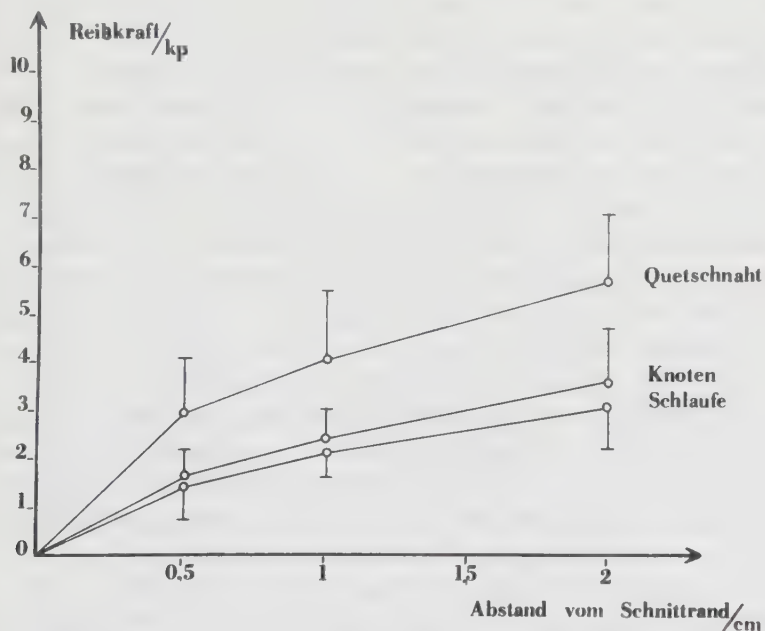


Abbildung 10: Vergleichende Festigkeit verschiedener Nähte an der hinteren Rectusscheide
Längsschnitt, Reißrichtung quer

Diskussion der Ergebnisse

Alle hier durchgeführten Experimente untersuchen die statische Reißfestigkeit, d.h. es wirkt auf das Untersuchungsmaterial lediglich eine Kraft ein. Die dynamische Reißfestigkeit würde das Verhalten des Materials beim Einwirken von kinetischer Energie beschreiben. Da in vivo vorwiegend statische Verhältnisse angetroffen werden, ist diese Versuchsanordnung gerechtfertigt und die gefundenen Ergebnisse sind durchaus auf die physiologischen Verhältnisse in vivo übertragbar.

Hohe Festigkeitswerte der Faszienblätter in der geraden Zugrichtung der drei lateralen Bauchmuskeln wurden in Versuch 1 gefunden. Sie betragen an der linea alba 8,4 kp pro 1 cm; das vordere Blatt ist im Mittel bis 7,5 kp/cm und das hintere bis 6,8 kp/cm belastbar, wobei die relativ hohe Festigkeit des hinteren Blattes, die bislang kaum beachtet wurde, besonders auffällig ist. Dagegen sind die Festigkeitswerte in senkrechter Zugrichtung, also der des Musculus rectus, wesentlich geringer; sie betragen je nach Untersuchungszone nur 3,3, 2,0 bzw. 1,5 kp / cm. Das beweist, daß die Architektur der Faszien auf seitliche Zugkräfte ausgerichtet ist, welchen an der linea alba eine fast dreifache, im Bereich des vorderen und hinteren Blattes eine ca. vierfache Widerstandskraft entgegentritt wie den senkrechten Kräften, die auch deshalb geringer eingeschätzt werden müssen. Es wurden Streifen von 1 cm Breite gerissen. Das legt die Vermutung nahe, daß die Reißfestigkeit in vivo noch größer ist, da die Faszie aus ihrem Verband gelöst und durch das Schneiden der Streifen ein Teil der schrägen Faserelemente durchtrennt worden ist. Das Zerreißen von gesundem Fasziengewebe erscheint unter physiologischen Bedingungen undenkbar. In der Literatur hat schon KIRSCHNER auf die enorme Festigkeit von aponeurotischem Gewebe hingewiesen. GRAZ testete die Festigkeit der fascia lata, der Plantaraponeurose, der Achillessehne und der Sehne des Flexor digitorum longus. Bei allen fand er eine Reißfestigkeit von etwa 500 kp/cm^2 . Der Vergleich mit den hier gefundenen Werten der Bauchfaszie fällt schwer, da die Messung der Faszien Dicke nicht durchgeführt wurde; der Wassergehalt und die große Nachgiebigkeit boten zu große Fehlerquellen, um die Reißfestigkeit annähernd auf einen Standardquerschnitt berechnen zu können.

Das erhaltene Zahlenmaterial reicht nicht aus, wenn man ermitteln will, ob zwischen alten und jungen, adipösen und kachektischen sowie muskulösen und asthenischen Patienten signifikante Unterschiede in der Festigkeit der Faszien bestehen. Die gegenübergestellten Werte brachten keine eindeutige Differenz. Unterschiede in der Reißfestigkeit genähter Faszien bei verschiedenen Grundkrankheiten bzw. Todesursachen konnten schon PARHOFER und KARNB. UM nicht feststellen.

Im Versuch II wird gezeigt, daß die Knopfnahrt bei steigender Belastung die Faszie durchschneidet. Dazu wurden für eine 1 cm greifende Naht am Mittelschnitt durch die linea alba durchschnittlich 7,4 kp benötigt. Dieser Wert liegt so hoch, daß die Entstehung einer Dehiszenz nur vorstellbar ist, wenn er vermindert ist oder dauernd große Kräfte einwirken. Für den Verlust an Festigkeit, deren Ursachen ja schon zum Teil besprochen wurden, gibt es auch diese Erklärung: er kann durch eine ungenaue Schnittführung bedingt sein. Denn die Reißfestigkeit einer Naht am vorderen Blatt der Faszie, seitlich der linea alba, ist, wenn ebenfalls 1 cm Gewebe gefaßt wird, wesentlich geringer, nämlich etwa 3,0 kp.

Diese Tatsache wirft auch ein ungünstiges Licht auf Paramedianschnitte. Die Naht ist nicht halb so belastbar wie die des Mittelschnittes. MAYO stellte eine besonders große Häufigkeit von Dehiszenzen beim Paramedianschnitt fest. Gegen diesen Schnitt, jedenfalls als Trans- oder Pararectalschnitt spricht ebenfalls die notwendige Durchtrennung von Nerven, die hier senkrecht zu ihm verlaufen (V. LANZ, DR. N. R.). Allerdings könnte, wie der Versuch IIIa zeigt, eine Knopfnahrt des hinteren Faszienblattes 2,1 kp pro Naht an Festigkeit zusätzlich bringen. In einer Statistik von BURCH und BRADLEY liegt die Rupturquote bei 6,1%, wenn Peritoneum und hinteres Blatt durchgehend mit Catgut genäht wurden, dagegen bei 2,1%, wenn zusätzlich oder nur Knopfnähte aus nicht resorbierbarem Nahtmaterial gesetzt wurden. HAXTON verwirft den Gebrauch von Catgut für Nähte der abdominalen Aponeurosen wegen zu schneller Resorption ganz und gar. Auch MAYO macht den ungenügenden Verschluß des hinteren Blattes und Peritoneums, wenn er durch nicht ausreichende Näherung der beiden Blätter zustande gekommen ist, für Dehiszenzen verantwortlich. Man darf also die Wichtigkeit des hinteren Faszienblattes nicht unterschätzen.

Der Vergleich der hier ermittelten Werte mit denen PARHOFERs und KARNBAUMs fällt schwer. Bei Ihren Versuchen wurde ein 7 mal 3 cm großes Faszienstück "aus dem vorderen Blatt in der Medianlinie genau in der Mitte" durchgeschnitten und mit 4 Knopfnähten wieder zusammengenäht, deren Einstichstellen jeweils 0,5 cm vom Schnitttrand entfernt waren, und zwar mit Vierziger-Zwirn. Leider ist nicht ganz klar, wie das Faszienstück durchgeschnitten wurde. Aus der Angabe, dies sei genau in der Mitte geschehen, läßt sich die linea alba als Schnittlinie entnehmen. Da aber beide Blätter an der linea alba fest verwachsen sind, taucht die Frage auf, wieso die Untersuchungen lediglich das vordere Blatt betreffen. Es sei denn, die Versuche beschränken sich auf den Unterbauch, wo das hintere Blatt nicht mehr ausgebildet ist (V. LANZ). Jedenfalls fanden PARHOFER und KARNBAUM Reißfestigkeitswerte zwischen 4,0 und mehr als 8,25 kp. Gegenüberzustellen sind die hier gemessenen Werte von 3,0 kp am vorderen Blatt und 5,7 kp an der linea alba für jeweils eine Naht (Einstichstelle 0,5 cm vom Rand).

Wie aus Versuch IIa weiterhin hervorgeht, ist bei einem Querschnitt eine 1 cm Gewebe greifende Naht des vorderen Blattes im Mittel bis zu 4,5 kp belastbar (gegenüber 3,0 kp beim Längsschnitt). Der Unterschied ist statistisch gesichert mit hoher Signifikanz. Also ist die Naht beim Querschnitt stabiler. Man kann diesen Befund damit erklären, daß wegen des queren Verlaufs der kollagenen Fasern der Faden mehr Fasern durchschneiden muß oder, um es übertrieben zu formulieren: beim Querschnitt muß der Faden die Fasern durchschneiden, während er beim Längsschnitt zwischen ihnen ausreißt. Aufgrund dieses Faserverlaufes und der Spannungsgesetze der Bauchwand hat sich ZANDER für den Querschnitt ausgesprochen. Weiterhin wird er von KUNZ empfohlen, von REIS, der bei ihm weniger Lungenkomplikationen und eine Herabsetzung der Dehizensgefahr festgestellt hat, und von SCHLOSSER (Gefäßchirurgie), um nur einige zu nennen. Bei Tierversuchen (Ratten) ergab sich eine größere Reißfestigkeit bei der Wundheilung (NISHIHARA und PRUDEN). Die Sorge vor der queren Durchtrennung der Mm. recti ist nicht berechtigt. Die Muskeln heilen gut in Form einer inscriptio tendinea, ihre Nervenversorgung wird nicht wesentlich beeinträchtigt (FISCHER).

Das wichtigste Ergebnis des Versuches III ist, daß die Art und Weise der Naht (ob fest oder locker geknotet oder ob die Faszie gequetscht ist) mechanisch keine Bedeutung für die Reißfestigkeit hat (nicht zu verwechseln mit der Bedeutung für die Wundheilung). Es ergab sich bei allen drei Modifikationen das gleiche Bild des Durchschneidens.

Wesentlich ist aber dagegen, und das hat sich bei allen Fadenversuchen gezeigt, wieviel Gewebe gefaßt wird. Allerdings stiegen bei den größeren Stichbreiten die Festigkeitswerte nicht linear an. Das ist aber gut erklärbar, wenn man eine Beobachtung zugrundelegt, die man während der Durchführung der Versuche machen konnte: der Faden schneidet kontinuierlich vor, bis er ganz ausreißt. Da das Fassen von zuviel Gewebe weiterhin wegen Raffung der Bauchwand die Naht unter eine nachteilige Spannung stellen könnte (FISCHER), scheint das Einstechen in 1 cm Entfernung vom Schnitttrand günstig zu sein. Hier sollte auch eine ausreichende Festigkeit gewährleistet sein.

Das verwendete Nahtmaterial, MERSILENE 1, bewies, indem es auch bei hohen Meßwerten nicht riß, eine ausreichende Belastbarkeit. Also kommt das Reißen von unbeschädigten Fäden dieses Materials als Dehiszenzursache wohl nicht vor.

Man darf annehmen, daß die Versuchsergebnisse mit ähnlichem Nahtmaterial reproduzierbar sind.

Zu besprechen bleibt noch die Streuung der Meßergebnisse, die bei allen Versuchen ziemlich groß war und die drei Deutungen zuläßt: 1. Verletzung bei der Präparation.

2. Ungleichmäßige Beschaffenheit der Faszienblätter. Diese war schon makroskopisch feststellbar, besonders am vorderen Blatt, das oft sehnige Verwachsungen mit dem M. rectus aufwies, und an der linea alba, die von den inscriptiones überkreuzt wird. 3. Da die beiden vorausgegangenen

Erklärungen nicht ausreichend scheinen, muß man eine individuelle Variabilität der Bauchwandfaszien, zumindest betreffs ihrer Festigkeit, vermuten. Nach der Durchsicht des vorliegenden Materials könnte diese nicht unerheblich sein.

Man darf wohl Patienten mit schwachen Bauchwandfaszien auch für Dehiszenzen prädestiniert sehen. Die Diskussion darüber, welche Rangordnung diese für den Chirurgen meist unvorhersehbaren Ursachen einerseits und technische Fehler in Schnittführung und Naht andererseits einnehmen, ist nicht Aufgabe dieser Arbeit. Da die verwundete Bauchdecke die Festigkeit der gesunden natürlich nie erreichen kann, schließt das Vermeiden von Fehlern die Gefahr von Dehiszenzen nicht aus, sondern vermindert sie nur.

Schlußfolgerungen für Schnittführung und Naht

- 1.) Schnitte durch die linea alba müssen sorgfältig durch die Mitte geführt werden.
- 2.) Die Nähte sind beim Querschnitt denen eines Längsschnittes in der Festigkeit überlegen.
- 3.) Die Faszienränder müssen im Hinblick auf einen guten Wundheilungsverlauf genügend genähert bzw. aneinandergelegt werden.
- 4.) Nähte sollten, um Gewebeschädigung zu vermeiden, nicht zu straff geknotet sein und nicht unter einer Spannung stehen. Vorteile für die Festigkeit entstehen durch besondere Nahtverfahren nicht.
- 5.) Die Anzahl der Nähte darf nicht zu gering und auch nicht zu hoch sein; das Setzen der Nähte in Abständen von 1 cm kann empfohlen werden.
- 6.) Das Fassen von genügend gesundem Gewebe ist für die Festigkeit der Naht sehr wichtig, Faszienverstärkungen wie die inscriptiones tendineae sollten für die Naht genutzt werden. Günstig erscheint das Einstechen in 1 cm Abstand vom Schnitttrand.
- 7.) Bei der Insuffizienz von nur einer Naht kann es durch Überbelastung der Nachbarnähte zu einer Art Kettenreaktion und damit zur Dehiscenz kommen. Der gleiche Vorgang ist auch bei ungleich fest geknüpften Nähten möglich, wenn die am festesten geknüpfte Naht infolge ihrer erhöhten Anspannung ausreißt. Daher sollte das Mitfassen von Muskel- und Fettgewebe bei Fasziennähten wegen späterer Lockerung vermieden werden.
- 8.) Das hintere Faszienblatt mit Peritoneum sollte nicht nur mit fortlaufender Catgutnaht versorgt werden. Verstärkungsnahte aus nicht resorbierbarem Material sind angebracht und begründet.

Zusammenfassung

Die Pathophysiologie der Bauchwanddehiscenzen nach Laparotomien wird unter besonderer Berücksichtigung mechanischer und technischer Gesichtspunkte besprochen. Reißfestigkeitsuntersuchungen an menschlichen Bauchwandaponeurosen führen zur Aufdeckung einer Reihe möglicher technischer Fehlerquellen, die für das Erscheinen von Dehiscenzen allein- oder mitverantwortlich gemacht werden müssen. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- 1.) Sowohl die absolute Festigkeit der menschlichen Bauchwandfaszie als auch die Festigkeit gegenüber Nahtmaterial sind individuell variabel. Zusammenhänge mit anderen Faktoren wie Alter, Ernährungszustand und Grundkrankheit wurden nicht gesichert.
- 2.) Die Belastbarkeit gegenüber Nahtmaterial nimmt mit der Stichbreite zu; der Anstieg ist aber nicht linear.
- 3.) Nähte des vorderen Faszienblattes sind in der Regel belastbarer als die des hinteren Blattes; eine besonders hohe Festigkeit erreichen Nähte an der linea alba.
- 4.) Die Festigkeit des hinteren Faszienblattes gegenüber Nahtmaterial beträgt im epigastrischen Bereich etwa $\frac{2}{3}$ der des vorderen Blattes.
- 5.) Bei Querschnitten sind die Nähte belastbarer als bei Längsschnitten, wenn diese nicht durch die linea alba der Rectusscheide geführt worden sind.

Literaturverzeichnis

- 1.) ADAMSONS, R.J. und I.F. ENQUIST
The Relative Importance of Sutures to the Strength of
Healing Wounds under Normal and Abnormal Conditions
Surg.Gyn.Obst. 117: 396 (1963)
- 2.) ATZLER, E.
Leistung mechanischer Arbeit
in LANDOIS-ROSEMAN, Physiologie des Menschen
München-Berlin-Wien Urban+Schwarzenberg, 1950
- 3.) BENEKE, G.
Pathologisch-anatomische Aspekte der gestörten Wundheilung
in Abhängigkeit vom Lebensalter
Vortrag auf der 7. Arbeitstagung für Fachärzte der Chir.
12.-14.11.1970 in Gießen
- 4.) BLOCK, W.
Wundheilungsprobleme
Berlin-Göttingen-Heidelberg Springer 1959
- 5.) BLOCK, W.
Zur Pathophysiologie der Naht
Klin.Med. 18:10 (1963)
- 6.) BÖTTGER, G. und C. VORSTER
Die postoperative Bauchwandruptur
Der Chirurg 40:80 (1969)
- 7.) BURCH, J. und C. BRADLEY
Wound Disruption and Early Ambulation
Ann.Surg. 125:768 (1947)
- 8.) BURKHARDT, K.
Die Wunddehiszenz nach Laparotomien
Bruns' Beitr. Klin. Chir. 216:633 (1968)
- 9.) CASSAU, D. und R. SIEWERT
Die vollständige Wundruptur in neuer Sicht
Der Chirurg 38:381 (1967)
- 10.) CASSAU, D., R. SIEWERT und W. OSTEN
Fibrinstabilisierung und Fibrinolyse bei der
vollständigen Wunddehiszenz
Der Chirurg 40:76 (1969)
- 11.) DOUGLAS, D.E.
The Tensile Strength of Healing Wounds in Aponeurosis
Symposium on Wound Healing, Oxford: Pergamon Press 1961

- 12.) DRÜNER, I.
Studien über die vorderen Bauchwandnerven und über die
Bauchschnitte
Bruns' Beitr. Klin. Chir. 124:583 (1921)
- 13.) DRYE, J.C.
Intraperitoneal Pressure in the Human
Surg.Gyn.Obst. 87:473 (1948)
- 14.) ECKHARDT, B., A. JEHLICH und L. NITZSCHE
Der Wert der präop. Bestimmung des Faktor XIII für die
postop. auftret. Wunddehiszenzen nach Laparotomien
Zentralblatt Chir. 95:433 (1970)
- 15.) EFRON, G.
Abdominal Wound Disruption
The Lancet: 1287 (1965)
- 16.) FISCHER, A.W.
in BIER, BRAUN, KÜMMEL, Allgemeine Operationslehre
Bd.4, Bauchchirurgie, Leipzig Barth, 1955
- 17.) FORSSELL, C.
Wound Healing: A Study of the Fascial Edges in Upper
Abdominal Incisions
Acta chir. scand. 120:258 (1960)
- 18.) FUCHSIG, P.
Ursachen, Vorkommen und Verhinderung der Bauchnarbenbrüche
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 304:275 (1963)
- 19.) GERHART, A.
Über die Wundruptur im Kindesalter
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 289:690 (1958)
- 20.) GERHART, A. und H. SCIOR
Über die Häufigkeit der Ruptur von Laparotomiewunden
Zentralblatt Chir. 83:730 (1958)
- 21.) GIESHAK, F.W.
Postoperative Wundheilungsstörungen
Berlin-Heidelberg-Göttingen Springer 1970
- 22.) GRAZ, C.M.
Tensile Strength and Elasticity Tests of Human Fascia Lata
J. Bone. Surg. 13:334 (1931)
- 23.) GRAZ, C.M.
Biomechanical Studies of Fibrous Tissues Applied
to Fascial Surgery
Arch. Surg. 34:461 (1937)

- 24.) HAXTON, H.
The Influence of Suture Materials and Methods
on the Healing of Abdominal Wounds
Brit. J. Surg. 52:372 (1965)
- 25.) HOFSTÄTTER, R.
Das Aufplatzen frischer Laparotomiewunden
Wien Maudrich 1952
- 26.) HOHMANN, H.G., und J. HERNÁNDEZ-RIECHTER
Über die Entstehung des Platzbauches
Münchener Med. Wochenschrift 30:1424 (1961)
- 27.) JENKINS, H.P.
A Clinical Study of Catgut in Relation to
Abdominal Wound Disruption
Surg. Gyn. Obst. 64:648 (1937)
- 28.) KIRSCHNER, M.
Über freie Sehnen- und Faszientransplantation
Bruns' Beitr. Klin. Chir. 65:472 (1909)
- 29.) KOTHE, W.
Die Ätiologie der Nahtdehiscenz nach Laparotomie
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 289:125 (1958)
- 30.) KUHLGATZ, G.
Wunddehiscenz nach Laparotomie
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 277:373 (1953)
- 31.) KUNZ, H.
Über den queren und schrägen Bauchschnitt
Zentralblatt Chir. 65:161 (1940)
- 32.) KYRLE, P.
in BRAHLT, KUNZ, NISSEN, Intra- und postoperative
Zwischenfälle, Band 2
Stuttgart Thieme 1965
- 33.) LANZ, T.V.
Anatomisches Seminar München 1963
Selbstverlag Anatomisches Institut
- 34.) LANZ, T.V.
Praktische Anatomie der Bauchwand
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 304:250 (1963)
- 35.) LEWIS, G. und E. SPEIR
Wound Dehiscence
Western Journal of Surg. Gyn. Obst. 70:134 (1962)
- 36.) MADELUNG, O.
Über den postop. Vorfall von Eingeweiden
Verh. deutsch. Ges. Chir. 123:268 (1905)

- 37.) MAJOR, H.
Wundheilung und Gewebseiweißverarmung
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 273:869 (1953)
- 38.) MANN, L.S., SPINNAZOLA, A.J., LINDSMITH, G.G., LEVINE, M.J.,
und W. KUOZUREPA
Disruption of Abdominal Wounds
Journ. of the Am. Med. Assoziation 180:1021 (1962)
- 39.) MATZANDER, U.
Parenchymatöser Leberschaden als Ursache von
Wunddehissenzen nach Laparotomien
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 302:743 (1963)
- 40.) MAYO, C.W. und M.J. LEE
Separations of Abdominal Wounds
Arch. Surg. 62:883 (1951)
- 41.) NELSON, C. und C. DENNIS
Wound Healing
Surg. Gyn. Obst. 93:461 (1951)
- 42.) NISHIHARA, G. und J.F. PRUDDEN
A Quantitative Relationship of Wound Tensile Strength
to Length
Surg. Gyn. Obst. 107:305 (1958)
- 43.) PARHOFER, R. und S. KARNBAUM
Experimentelle Untersuchungen zur Wundruptur
nach Laparotomie
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 302:77 (1963)
- 44.) PARHOFER, R. und S. KARNBAUM
Klinische Untersuchungen zur Platzbauchentstehung
Bruns' Beitr. Klin. Chir. 206:39 (1963)
- 45.) PRICE, P.B.
Stress, Strain and Sutures
Ann. Surg. 128:408 (1948)
- 46.) REES, V.L. und F.A. COLLIER
Anatomic and Clinical Study of the Transverse
Abdominal Incision
Arch. Surg. 47:136 (1943)
- 47.) SANDBERG, N.
Experimental Studies on Wound Healing
Lund 1963
- 48.) SANDBLÖM, P. und S. BERGSTRÖM
Suture Technic and Wound Healing
Ann. Surg. 144:982 (1956)

- 49.) SCHLOSSER, V., J. BLÜMEL und G. SPILLNER
Die Querlaparotomie als Zugangsweg in der
rekonstruktiven Gefäßchirurgie
Der Chirurg 43:482 (1972)
- 50.) SCHUMANN, H.D. und L. NITZSCHE
Wunddehiszenz nach Laparotomien
Zentralblatt Chir. 89:625 (1964)
- 51.) SEIDEL, W.
Die postoperative Bauchdeckendehiszenz
Der Chirurg 38:377 (1967)
- 52.) SEIDEL, W. und R. TAUBER
Untersuchungen zur Festigkeit der chir. Nähte und der
Wundheilung nach Laparotomien
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 329:245 (1971)
- 53.) SEULBERG, R.P. und H. PETERS
Zur Nahtdehiszenz von Laparotomiewunden
Der Chirurg 23:296 (1952)
- 54.) SOKOLOV, S.
Das Aufplatzen der Bauchwunde nach Laparotomie
mit Eversion bzw. Freilegen der Eingeweide
Brg. Chir. Orthop. 25:306 (1932)
- 55.) SPELSBERG, F., H. SIXT und I. POSTENRIEDER
Die Wundheilung und ihre Bedeutung
Med. Welt 20:757 (1969)
- 56.) STEGEMANN, J.
Arbeitsphysiologie
in KEIDEL, Lehrbuch der Physiologie
Stuttgart Thieme 1970
- 57.) TAUBER, R., SEIDEL, W., GÖSSEL, K. und K.J. MICHEL
Thermographische Studien über den Heilverlauf bei
unterschiedlich fest verknoteten Faziennähten
Bruns' Beitr. Klin. Chir. 219:667 (1972)
- 58.) THIES, H.A., BUSCH, H., KOCH, G. und R. WENDEBOURG
Neue Erkenntnisse über die Pathogenese und Prophylaxe
des Platzbauches
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 316:958 (1966)
- 59.) WILSON, N.D. und H.D. KELLEY
Factors Influencing Wound Disruption
West. J. Surg. 71:209 (1963)

- 60.) WALTON VAN WINKLE, J.
The Tensile Strength of Wounds and Factors
That Influence It
Surg. Gyn. Obst. 129:819 (1969)
- 61.) WOLFF, W. I.
Disruption of Abdominal Wounds
Ann. Surg. 131:534 (1950)
- 62.) ZANDER, P.
Die Spannungsgesetze der Bauchwand und ihre Beziehungen
zu den Schnittverfahren und Narbenbrüchen
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 206:198 (1944)

Zum Schluß möchte ich Herrn Professor Dr. med. W. Seidel für die Überlassung des Themas, sowie für die Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit und die Übernahme des Referats recht herzlich danken.

Ebenso danke ich Herrn Professor Dr. med. H. Hamelmann für die Übernahme des Coreferats. Herrn Dr. med. R. Tauber bin ich für die Hilfe im experimentellen Teil der Arbeit zu Dank verpflichtet.

Den Mitarbeitern des Pathologischen Institutes der Universität Marburg gebührt mein Dank für die freundliche Unterstützung bei meinen Experimenten.

Lebenslauf

Am 17.5.1947 wurde ich als Sohn des Kaufmannes Otto Hoffschulte und seiner Ehefrau Josefine in Meppen/Ems geboren.

Ab Frühjahr 1953 besuchte ich die Marienschule in Meppen/Esterfeld.

Im Frühjahr 1957 wechselte ich zum Gymnasium in Meppen, wo ich am 22.2.1966 die Reifeprüfung bestand.

Zum Sommersemester 1966 nahm ich das Studium an der Universität Marburg auf, zunächst für drei Semester das der Naturwissenschaften, danach das der Medizin. Nachdem ich am 1.10.1968 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 29.9.1970 die Ärztliche Vorprüfung abgelegt hatte, bestand ich am 8.1.1974 ebenfalls in Marburg die Ärztliche Prüfung.

Seit Februar 1971 arbeitete ich an einer von Professor Dr. med. W. Seidel vergebenen Doktorarbeit.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren:

Amon, Aurich, Beckmann, Berendes, Bommer, Braasch, Brück, Buchholz, Busch, Daume, Dimroth, Dölle, Engelhardt, Exner, Friederich, Ganz, Golenhofen, Graul, Hamelmann, Hamm, Hardewig, Havemann, Hensel, Hess, Heuser, Hildebrandt, Hort, Jakob, Kaffarnik, Karlson, Knauff, Klaus, Koecke, Koransky, Linneweh, Mahr, Mann, Martini, Nöth, Nultsch, Petry, Pots, Reim, Rohen, Schleyer, Schmid, Schmitz-Noormann, Seidel sen., Seidel jun., Siegert, Straub, Strohmeier, Thoenes, Uhlarik, Vakilzadeh, Walcher.

